



TUGAS AKHIR - RF1501
PEMETAAN ZONA KOROSIVITAS TANAH
BERDASARKAN NILAI *CHARGEABILITY*
MENGUNAKAN METODE *TIME DOMAIN INDUCED*
***POLARIZATION* KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE STUDI**
KASUS PT.IPMOMI

KIKI KARTIKA DEWI
NRP. 3713100011

Dosen Pembimbing 1:
Dr.Widya Utama, DEA
NIP. 19611024 198803 1001

Dosen Pembimbing 2:
Juan Pandu Gya Nur Rochman, S.Si, MT
NIP. 19890612 220150 1003

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



TUGAS AKHIR - RF141501

**PEMETAAN ZONA KOROSIVITAS TANAH
BERDASARKAN NILAI *CHARGEABILITY*
MENGUNAKAN METODE *TIME DOMAIN INDUCED
POLARIZATION* KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE STUDI
KASUS PT.IPMOMI**

KIKI KARTIKA DEWI
NRP. 3713100011

Dosen Pembimbing 1:
Dr.Widya Utama, DEA
NIP. 19611024 198803 1001

Dosen Pembimbing 2:
Juan Pandu Gya Nur Rochman, S.Si, MT
NIP. 19890612 220150 1003

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



UNDERGRADUATE THESIS - RF141501

**SOIL CORROSIVITY ZONE MAPPING BASED ON
CHARGEABILITY USING TIME DOMAIN DOMAIN
INDUCED POLARIZATION WITH DIPOLE-DIPOLE
CONFIGURATION STUDY CASE PT.IPMOMI**

KIKI KARTIKA DEWI
NRP. 3713100011

Advisor

Dr.Widya Utama, DEA
NIP. 19611024 198803 1001

Juan Pandu Gya Nur Rochman, S.Si,MT
NIP. 19890612 201504 1003

GEOPHYSICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

**PEMETAAN ZONA KOROSIVITAS TANAH
BERDASARKAN NILAI *CHARGEABILITY*
MENGUNAKAN METODE *TIME DOMAIN*
INDUCED POLARIZATION KONFIGURASI DIPOLE-
DIPOLE STUDI KASUS PT.IPMOMI**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Pada Departemen Teknik Geofisika
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 26 Juli 2017

Menyetujui

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dr. Widya Utama, DEA
NIP. 19611024 198803 1001

John Pandu G.N.R, S.Si, MT
NIP. 19890612 220150 1003

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Eksplorasi
Departemen Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si, MT
NIP. 196909 0619970 1001

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **“PEMETAAN ZONA KOROSIVITAS TANAH BERDASARKAN NILAI *CHARGEABILITY* MENGGUNAKAN METODE *TIME DOMAIN INDUCED POLARIZATION* KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE STUDI KASUS PT.IPMOMI”** adalah benar benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 26 Juli 2017

Kiki Kartika Dewi
NRP. 3713100013

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

**PEMETAAN ZONA KOROSIVITAS TANAH
BERDASARKAN NILAI *CHARGEABILITY*
MENGUNAKAN METODE *TIME DOMAIN*
INDUCED POLARIZATION KONFIGURASI DIPOLE-
DIPOLE STUDI KASUS PT.IPMOMI**

Nama Mahasiswa	: Kiki Kartika Dewi
NRP	: 3713100011
Jurusan	: Teknik Geofisika FTSP-ITS
Dosen Pembimbing	: 1. Dr. Widya Utama, DEA 2. Juan Pandu G.N.R, S.Si, MT

Abstrak

Pipa bawah tanah menjadi elemen yang sangat penting dalam dunia industri salah satunya untuk mengalirkan fluida. Masalah serius yang sering dihadapi adalah kontak antara pipa dengan tanah dan lingkungan yang dapat menimbulkan korosi. Maka dari itu, dibutuhkan penanganan khusus agar tidak terjadi kerusakan dan ketidakstabilan tanah. Salah satu upaya awal untuk menangani hal tersebut adalah dengan melakukan pemetaan zona korosi bawah permukaan yang pada penelitian Tugas Akhir kali ini dilakukan dengan metode *Time Domain Induced Polarization* dengan konfigurasi dipole-dipole sebanyak 5 lintasan. Respon *chargeability* terhadap korosivitas tanah pada lokasi penelitian secara rata-rata menunjukkan hubungan yang berbanding lurus, semakin tinggi nilai *chargeability* maka semakin tinggi tingkat korosivitas tanah. Zona korosivitas tanah sangat ringan hingga sedang menyebar pada kedalaman 0-4.72 meter sedangkan zona korosivitas tanah tinggi hingga sangat tinggi berada pada kedalaman 2.72-4.72 meter.

Kata Kunci: *chargeability*, *induced polarization*, korosivitas tanah, PT.IPMOMI.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

SOIL CORROSIVITY ZONE MAPPING BASED ON CHARGEABILITY USING TIME DOMAIN INDUCED POLARIZATION WITH DIPOLE-DIPOLE CONFIGURATION STUDY CASE PT.IPMOMI

Name : Kiki Kartika Dewi
NRP : 3713100011
Major : Teknik Geofisika FTSP-ITS
Lectures : 1. Dr. Widya Utama, DEA
2. Juan Pandu G.N.R, S.Si, MT

Abstract

The underground pipe becomes a very important element in the industrial world, one of the usefulness is to flow fluid. The contact between the pipe with the soil and the corrosive environment might be a concern. A certain deal is needed to avoid damage and soil instability. One of the initial efforts to handle this problem is by conducting a mapping of the soil corrosivity zone that was conducted by Time Domain Induced Polarization method with dipole-dipole configuration of 5 trajectories. The chargeability response to the soil corrosivity at the study sites on average shows a proportional relationship, the higher the value of chargeability, the higher the level of soil corrosivity. Very mild to moderate soil corrosivity zone spreads at a distance of 0-4.72 meters while the soil corrosive zone is high up to very high at a depth of 2.72-4.72 meters.

Keywords: chargeability, induced polarization, soil corrosivity, PT.IPMOMI.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pelaksanaan tugas akhir berjalan lancar dan pembuatan laporan tugas akhir yang berjudul “Pemetaan Zona Korosi Bawah Permukaan Berdasarkan Nilai *Chargeability* Menggunakan Metode *Time Domain Induced Polarization* Konfigurasi Dipole-Dipole Studi Kasus PT..IPMOMI” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari peran berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah, Almh. Mama, Apin dan keluarga yang telah memberi dukungan moril dan materil selama perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
2. Bapak Dr. Widya Utama, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika ITS dan Dosen Pembimbing pada tugas akhir yang selalu memberi masukan membangun.
3. Mas Juan Pandu selaku dosen pembimbing yang banyak memberi masukan pada tugas akhir ini.
4. Bapak Andie Soegiarto (lulusan Fisika ITS) sebagai pembimbing saat pengambilan data Tugas Akhir di PT. IPMOMI.
5. Bapak Budi Agung Kurniawan S.T, M.Sc selaku Dosen Departemen Material dan Metalurgi yang telah membimbing dalam bidang korosi.
6. Bapak Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si., M.T yang telah meminjamkan peralatan pengukuran.
7. Bapak Dwa Desa Warnana S.Si. M.Si selaku dosen wali penulis, yang selalu mensupport dan memotivasi penulis dari semester awal
8. Seluruh dosen Departemen Teknik Geofisika ITS yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis melakukan studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
9. Staf Departemen Teknik Geofisika ITS, atas bantuan teknis dan administrasi yang penulis dapatkan selama menjadi mahasiswa Departemen Teknik Geofisika ITS.
10. *Corrosion Team* yang selalu memberikan dukungan dan kerja sama demi terselesaikannya tugas akhir ini.

11. Keluarga TG-02 yang selalu memberikan dukungan do'a maupun bantuan fisik dan jasa untuk tugas akhir ini
12. Teman – Teman Teknik Geofisika ITS yang telah memberikan dukungan dan semangat.
13. Segenap pihak yang telah membantu dan membimbing penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan segala keterbatasan, Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan untuk pengembangan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan diterima sebagai sumbangan pemikiran dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, 26 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ix
Abstrak	xi
<i>Abstract</i>.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	3
2.1. Geologi Daerah Penelitian	3
2.2. Metode Geolistrik Resistivitas.....	4
2.3. <i>Induced Polarization</i>	7
2.3.1. Time Domain	7
2.4. Konfigurasi Dipole-dipole	9
2.5. Korosi	10
2.6. Uji Korelasi	11
BAB III METODOLOGI.....	13
3.1. Peralatan Penelitian	13
3.1.1. Pengukuran Lapangan.....	13
3.1.2. Percobaan Skala Laboratorium	13
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.3. Alur Penelitian.....	16
3.4. Pengolahan Data	19
1. Membuat input data pada notepad	19
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Analisa Data	23
4.1.1. Hasil Uji Korelasi	23
4.2. Hasil Pengolahan Data.....	24
4.2.1. Lintasan 1.....	25
4.2.2. Lintasan 2.....	27
4.2.3. Lintasan 3.....	29
4.2.4. Lintasan 4.....	31

4.2.5. Lintasan 5	33
4.3. Pembahasan.....	34
4.4.Skala Laboratorium	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2.Saran.....	45
Daftar Pustaka	47
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Peta Geologi Lembar Besuki (Pendowo & H. Samodera, 1997)	3
Gambar 2. 2 Peluruhan dalam TDIP (Keller and Frischnecht, 1966)	8
Gambar 2. 3 Elektroda arus dan potensial pada konfigurasi dipole-dipole (Reynolds, 1997).....	9
Gambar 3. 1 Peralatan Penelitian	13
Gambar 3. 2 Rangkaian alat uji <i>chargeability</i>	14
Gambar 3. 3 Desain akuisisi daerah pengukuran	15
Gambar 3. 4 <i>Road map</i> penelitian.....	16
Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3. 5 Kurva S Penelitian.....	18
Gambar 3. 7 Contoh Input Data pada Notepad	19
Gambar 3. 8 <i>Edit RMS error</i>	21
Gambar 4. 1 Penampang Resistivitas dan <i>Chargeability</i> Lintasan 1 ...	25
Gambar 4. 2 Penampang Resistivitas dan <i>Chargeability</i> Lintasan 2	27
Gambar 4. 3 Penampang Resistivitas dan <i>Chargeability</i> Lintasan 3	29
Gambar 4. 4 Penampang Resistivitas dan <i>Chargeability</i> Lintasan 4	31
Gambar 4. 5 Penampang Resistivitas dan <i>Chargeability</i> Lintasan 5	33
Gambar 4. 6 Penampang 2D <i>Native Potential</i> daerah penelitian (Amalia, 2017)	37
Gambar 4. 7 Zona korosivitas tanah sangat tinggi	38
Gambar 4. 8 Zona korosivitas tanah tinggi (kedalaman 2.36-4.72 meter)	38
Gambar 4. 9 Zona korosivitas tanah sedang	39
Gambar 4. 10 Zona korosivitas tanah ringan	39
Gambar 4. 11 Zona korosivitas tanah sangat ringan	40
Gambar 4. 12 Grafik nilai <i>chargeability</i> terhadap kandungan larutan garam	42
Gambar 6. 1 Akuisisi data IP pada PT.IPMOMI unit 7&8	53
Gambar 6. 2 Pengukuran metode IP skala laboratorium.....	53

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Harga Resistivitas Spesifik Batuan (Suyono, 1978).....	5
Tabel 2. 2 Tingkat korosivitas tanah berdasarkan nilai resistivitas (Puslitbang Metalurgi-LIPI, 1987).....	6
Tabel 2. 3 Nilai <i>Chargeability</i> mineral dan batuan (Telford et al, 1990)	8
Tabel 2. 4 Koefisien Korelasi dan Hubungan antar Variabel.....	12
Tabel 3. 1 Alat dan bahan percobaan	14
Tabel 3. 2 Rincian Lintasan Pengukuran	15
Tabel 4. 1 Hasil uji korelasi 5 lintasan	24
Tabel 4. 2 Hubungan resistivitas, <i>chargeability</i> dan korosivitas tanah pada lintasan 1.....	26
Tabel 4. 3 Hubungan resistivitas, <i>chargeability</i> dan korosivitas tanah pada lintasan 2.....	28
Tabel 4. 4 Hubungan resistivitas, <i>chargeability</i> dan korosivitas tanah pada lintasan 3.....	30
Tabel 4. 5 Hubungan resistivitas, <i>chargeability</i> dan korosivitas tanah pada lintasan 4.....	32
Tabel 4. 6 Hubungan resistivitas, <i>chargeability</i> dan korosivitas tanah pada lintasan 5.....	34
Tabel 4. 7 Hubungan tingkat korosivitas, resistivitas, dan rata-rata <i>chargeability</i> pada lokasi penelitian.....	36
Tabel 4. 8 Data percobaan <i>chargeability</i> skala laboratorium.....	41
Tabel 6. 1 Tabel Rencana Kerja (Input Kurva S).....	49

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perhatian akan sistem perpipaan cenderung semakin meningkat. Sistem perpipaan ini dianggap memiliki tingkat integritas yang tinggi serta lebih efektif dan efisien dibanding sistem transportasi lain. Kegiatan industri dan infrastruktur sering kali menggunakan pipa yang ditanam di bawah permukaan tanah, salah satu contohnya adalah PT. IPMOMI yang memiliki pipa bawah tanah yang berfungsi untuk mengalirkan fluida berupa air laut sebagai bahan utama produksi uap. Dalam sistem perpipaan ini kebanyakan jenis bahan pipa yang digunakan adalah jenis logam (Norin, 1998; Beaver & Thompson, 2006), disamping keunggulannya logam juga mempunyai banyak kelemahan jika dibandingkan dengan unsur-unsur lain dikarenakan sifat logam yang mudah terkorosi.

Korosi adalah perusakan atau penurunan mutu dari material akibat bereaksi dengan lingkungan (Fontana, 1986). Korosivitas tanah merupakan masalah multi disiplin yang memiliki dampak terhadap keselamatan lingkungan dan struktural. Pipa merupakan elemen penting dalam dunia teknik dan industri. Korosi yang terjadi selanjutnya akan menyebabkan ketidakstabilan dan kerusakan tanah. Selama berjalannya waktu korosi menjadi masalah yang serius. Hal tersebut mulai diperhatikan mulai dari pencegahan dan penanganannya. Disebutkan oleh Koch *et. al.* (2002) bahwa di Amerika biaya yang dikeluarkan untuk penanganan korosi pada perusahaan air minum mencapai US\$ 36 billion, sedangkan pada sector gas mencapai US\$ 5 billion.

Karena bersifat korosif atau merusak maka perlu dilakukan pencegahan dengan melakukan beberapa perlakuan pada daerah yang memiliki pipa logam di bawah permukaan, salah satunya adalah dengan melakukan pemetaan zona korosivitas tanah. Metode geofisika yang biasa digunakan adalah resistivitas. Metode geolistrik yang lain seperti *Induced Polarization* masih jarang digunakan dalam permasalahan ini. Maka dari itu penulis ingin mengetahui bagaimana respon nilai *chargeability* yang diperoleh dari pengukuran *Induced Polarization* terhadap tingkat korosivitas tanah. Prinsip dasar metode *Induced Polarization* adalah dengan mengalirkan arus listrik kedalam bumi kemudian mengamati beda potensial yang terjadi setelah arus listrik

dihentikan. Konfigurasi dipole-dipole yang digunakan diyakini efektif untuk memetakan zona korosivitas tanah secara lateral.

1.2. Rumusan Masalah

Masalah yang muncul pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana respon nilai *chargeability* terhadap korosivitas tanah?
2. Bagaimana sebaran zona korosivitas tanah berdasarkan nilai *chargeability*?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Penentuan zona korosivitas tanah mengacu pada penampang resistivitas dengan metode dan lokasi penelitian yang sama.
2. Hubungan nilai *chargeability* dan korosivitas tanah hanya berlaku untuk daerah penelitian
3. Tidak membahas efek pasang surut air laut.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui respon nilai *chargeability* terhadap korosivitas tanah.
2. Mengetahui sebaran zona korosivitas tanah berdasarkan nilai *chargeability*.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

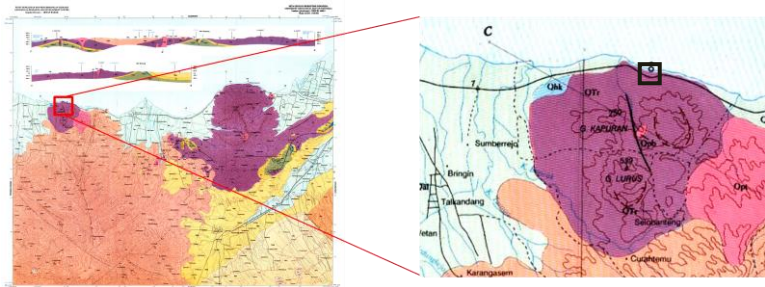
1. Sebagai studi pemetaan zona korosivitas tanah berdasarkan nilai *chargeability*.
2. Sebagai referensi dalam perlakuan proteksi katodik.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Geologi Daerah Penelitian

Keadaan geologi di Kabupaten Probolinggo mayoritas disusun oleh batuan young quaternary, dominan di Kecamatan Tiris seluas 15.345,047 Ha, kemudian di Kecamatan Krucil seluas 13.005,430 Ha. Old Quaternary mayoritas terdapat di Kecamatan Krucil seluas 17.213,060 Ha kemudian di Kecamatan Tiris, Gading dan Sumber. Tanah di daerah penelitian merupakan tanah urukan yang berasal dari pegunungan di sebelah selatannya yaitu Gunung Api Ringgit yang litologinya berupa basalt, andesit dan breksi.



Gambar 2. 1. Peta Geologi Lembar Besuki (Pendowo & H. Samodera,1997)

Gambar 2.1 merupakan peta geologi daerah penelitian yang termasuk dalam geologi daerah Besuki. Daerah penelitian menggunakan tanah urukan yang berasal dari batuan pegunungan ringgit yang berada di sebelah selatan daerah penelitian. Batuan gunungapi Ringgit (QTr) tersusun atas lava, breksi gunungapi dan tufa bersisipan batupasir tufaan. Lava berwarna hitam atau kelabu kehitaman, bersusunan basal, andesit piroksin, basal leusit dan andesit hornblende. Lava basal berhablur halus sebagian berstruktur melembar dan setempat dijumpai retas basal pada breksi gunungapi. Sentuhannya dengan tufa menampakkan gejala backing effect sehingga tufanya berwarna merah bata, keras dan tersilisifikasi. Lava basal di gunung Ringgit mengandung leusit yang sangat halus, sedangkan di gunung Lurus basalnya yang berstruktur porfiri mengandung fenokris leusit dan piroksin. Lava andesit piroksin

berwarna kelabu muda-tua, sebagian berstruktur porfiri dan fenokris piroksin. Setempat andesit piroksin merupakan retas pada breksi gunungapi atau sebagai komponen pada klastika kasar gunungapi. Leleran lava andesit hornblende di gunung Lurus menindih lava basal leusit. Breksi gunungapi berwarna kelabu tua hingga kehitaman disusun oleh komponen basal, basal leusit, andesit piroksin dan andesit hornblende berukuran kerakal hingga bongkah, didalam matriks batupasir tufaan kasar hingga sangat kasar dan bersifat konglomeratan. Litologi ini tersingkap baik di Alaspinang, Jerukan dan menerus ke timur atau tenggara hingga Situbondo. Tebalnya berkisar antara 40-200 cm.

2.2. Metode Geolistrik Resistivitas

Penggunaan metode geolistrik pertama kali dilakukan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Metode geolistrik adalah salah satu metode geofisika untuk menyelidiki kondisi bawah permukaan dengan mempelajari sifat aliran listrik DC pada batuan di bawah permukaan bumi dan bagaimana cara mendeteksi di permukaan bumi. Dalam survei metode geolistrik akan diperoleh nilai beda potensial, kuat arus dan nilai resistivitas batuan. Konsep dasar metode resistivitas adalah Hukum Ohm. Pada tahun 1826 George Simon Ohm melakukan eksperimen menentukan hubungan antara tegangan pada penghantar dan arus yang melalui penghantar dalam batas-batas karakteristik parameter penghantar. Parameter itu disebut resistansi R, yang didefinisikan sebagai hasil bagi tegangan dan arus, sehingga dituliskan dalam persamaan berikut.

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.1)$$

Dengan R adalah resistansi bahan (ohm), I adalah besar kuat arus (ampere), dan V adalah besar tegangan (volt). Hukum Ohm menyatakan bahwa potensial atau tegangan antara ujung-ujung penghantar adalah sama dengan hasil kali resistansi dan kuat arus. Hal ini diasumsikan bahwa R tidak tergantung I, bahwa R adalah konstan. Resistivitas yang diperoleh sangat bergantung pada cara pemasangan elektroda arus dan potensial. Dalam metode geolistrik tahanan jenis ada beberapa cara pemasangan atau konfigurasi elektroda. Konfigurasi ini

bergantung pada letak elektroda arus dan potensial. Hubungan antara beda potensial dan tahanan jenis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\rho = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right]} \frac{\Delta v}{I} \quad (2.2)$$

$$\rho = k \frac{\Delta v}{I} \quad (2.3)$$

$$k = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right]} \quad (2.4)$$

Besaran ρ adalah nilai resistivitas (Ohmmeter), k adalah faktor geometri tergantung konfigurasi yang digunakan, besar r_1 menunjukkan jarak C1P1 (jarak elektroda arus C1 ke elektroda potensial P1) dalam satuan meter, r_2 adalah jarak C2P1 (jarak elektroda arus C2 ke elektroda potensial P1) dalam satuan meter, r_3 adalah jarak C1P2 (jarak elektroda arus C1 ke elektroda potensial P2) dalam satuan meter, dan r_4 adalah jarak C2P2 (jarak elektroda arus C2 ke elektroda potensial P2) dalam satuan meter. Nilai resistivitas pada persamaan 2.3 merupakan nilai resistivitas semu yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan. Nilai resistivitas sebenarnya dapat diperoleh dengan mengalikan nilai resistivitas semu dengan factor geometri.

Batuan tersusun dari berbagai mineral dan mempunyai sifat kelistrikan. Beberapa batuan tersusun dari satu jenis mineral, dan sebagian kecil dibentuk oleh gabungan mineral serta bahan organik dan vulkanik. Sifat kelistrikan batuan adalah karakteristik dari batuan dalam menghantarkan arus listrik. Resistivitas batuan adalah hambatan yang diberikan batuan terhadap arus listrik. Berikut ini adalah nilai resistivitas beberapa jenis batuan.

Tabel 2. 1. Harga Resistivitas Spesifik Batuan (Suyono, 1978)

Material	Resistivitas (Ωm)
Air Pemasukan	80 – 200
Airtanah	30 – 100
Silt – Lempung	10 – 200
Pasir	100 – 600
Pasir dan kerikil	100 – 1000
Batu Lumpur	20 – 200

Batu pasir	50 – 500
Konglomerat	100 – 500
Tufa	20 – 200
Kelompok Andesit	100 – 2000
Kelompok Granit	1000 – 10000
Kelompok Chert, Slate	200 – 2000

Resistivitas tanah adalah besarnya karakteristik tanah sebagai media elektrolit untuk menghantarkan arus listrik yang menyebabkan terjadinya korosi. Telah diketahui bahwa tingkat korosivitas tanah akan meningkat saat arus yang mengalir meningkat yang menyebabkan nilai resistivitas dari tanah menurun. Setiap tanah memiliki tingkat korosivitas yang berbeda, tanah berpasir memiliki korosivitas rendah akibat nilai resistivitasnya yang tinggi sedangkan clay memiliki korosivitas yang tinggi akibat nilai resistivitasnya rendah. Berikut ini adalah tingkat korosivitas tanah berdasarkan nilai resistivitas. (Cramer, 2003)

Tabel 2. 2 Tingkat korosivitas tanah berdasarkan nilai resistivitas (Puslitbang Metalurgi-LIPI, 1987)

Resistivitas Tanah (Ωm)	Korosivitas
< 7	Sangat tinggi
7 – 20	Tinggi
20-50	Sedang
50-100	Ringan
>100	Sangat ringan

Resistivitas tanah bukanlah satu-satunya factor penentu tingkat korosivitas tanah. Beberapa hal yang juga mempengaruhi korosivitas tanah adalah derajat aerasi, pH, bulk density dan bahkan bakteri yang terkandung dalam tanah. Namun, resistivitas menjadi indicator yang komprehensif dalam menentukan korosivitas tanah. Dari Tabel 2.2 dapat dilihat bahwa semakin rendah nilai resistivitas maka semakin tinggi tingkat korosivitas. Tingkat korosi yang tinggi biasanya berhubungan dengan kandungan air dan salinitas. Ketika kandungan air dan salinitas tinggi maka nilai resistivitas rendah, namun kandungan yang tinggi akan keduanya lebih meningkatkan kemungkinan terjadinya korosi.

2.3. Induced Polarization

Metode *Induced Polarization* merupakan metode yang dapat dimanfaatkan untuk menginvestigasi struktur permukaan bumi yang mengandung deposit mineral. Dengan prinsip mengalirkan arus listrik kedalam bumi kemudian mengamati beda potensial yang terjadi setelah arus listrik dihentikan. Ketika arus diputus, idealnya beda potensial tersebut langsung menjadi nol/hilang, tetapi pada medium-medium tertentu akan menyimpan energi listrik (sebagai kapasitor) dan akan dilepaskan kembali. Jadi, walaupun arus sudah diputus, tetapi beda tegangan masih ada akan meluruh terhadap waktu dan berangsur-angsur hilang/nol. Efek ini dinamakan Efek *Induced Polarization*. Polarisasi dapat terjadi karena adanya medium yang mengandung mineral logam. Metode IP mampu mengidentifikasi mineral yang *disseminated* (tersebar) namun sulit untuk mineral yang *massive*. Hal ini disebabkan mineral yang tersebar lebih mudah terpolarisasi akibat arus yang melewatinya.

2.3.1. Time Domain

Prinsip Time Domain adalah dengan mengukur perbedaan respon batuan yang mengandung mineral konduktif atau tidak dengan melihat *overvoltage* (pertambahan beda potensial) pada batuan sebagai fungsi sebagai fungsi waktu akibat efek polarisasi. Pada saat arus dimatikan, maka diukur *overvoltage delay* per waktu, sehingga akan diperoleh nilai *apparent chargeability* (Ma). Parameter yang dihitung sebagai petunjuk adanya polarisasi dalam domain waktu adalah:

a. Efek induksi polarisasi

Merupakan pengukuran yang paling sederhana, mengukur tegangan residual pada waktu tertentu setelah arus diputuskan. Tegangan residual pada waktu setelah arus diputus. Akibat efek induksi polarisasi sering dinyatakan dalam milivolt/volt dengan perbandingan:

$$IP\ Effect = \frac{V_s}{V_p} \times 100 \quad (2.5)$$

dimana:

V_s = tegangan sekunder pada saat (t) setelah arus diputus

V_p = tegangan primer

b. *Chargeability* (M)

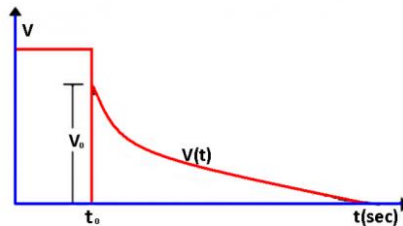
Merupakan pengukuran yang sering dipakai dalam pengukuran induksi polarisasi dengan metode *time domain*, *chargeability* (M) didapatkan dalam satuan milisekon dan dinyatakan sebagai:

$$M = \frac{1}{V_p} \int_{t_1}^{t_2} V_s(t) \quad (2.6)$$

dimana:

V_s = tegangan sekunder pada saat (t) setelah arus diputus

V_p = tegangan primer



Gambar 2. 2 Peluruhan dalam TDIP (Keller and Friscknecht, 1966)

Gambar 2.2 merupakan grafik peluruhan muatan listrik terhadap waktu ketika arus diinjeksikan dan dihentikan. *Chargeability* menunjukkan lama tidaknya efek polarisasi untuk menghilang sesaat setelah arus dimatikan. Sehingga jika nilai M_a besar, maka waktu delaynya lama. Dan jika waktu delaynya lama, maka dapat diasumsikan terdeteksi mineral konduktif.

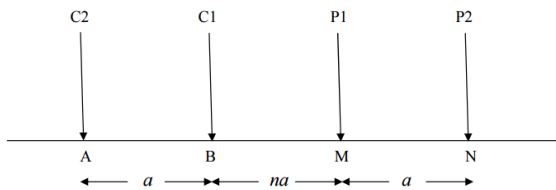
Tabel 2. 3 Nilai *Chargeability* mineral dan batuan (Telford et al, 1990)

Material	<i>Chargeability</i> (msec)
20% sulphides	2000-3000
8-20% sulphides	1000-2000
2-8% sulphides	500-1000
Sandstones, siltstones	100-500
Dense volcanic rocks	100-500
Shale	50-100
Granite, granodiorite	10-50
Limestone, dolomite	10-20

Ground water	0
Alluvium	1-4
Gravels	3-9

2.4. Konfigurasi Dipole-dipole

Metode geolistrik terdiri dari beberapa konfigurasi, salah satunya adalah konfigurasi dipole-dipole. Susunan elektroda konfigurasi dipole-dipole dapat dilihat pada gambar 2.3. Spasi antara dua elektroda arus dan elektroda potensial sama yaitu a . Konfigurasi ini mempunyai faktor lain yaitu n yang merupakan rasio jarak antara elektroda C1 dan P1 ke C2 – C1 atau P1 – P2 dengan jarak pisah a . Pengukuran ini dilakukan dengan memindahkan elektroda potensial pada suatu penampang dengan elektroda arus tetap, kemudian pemindahan elektroda arus pada spasi n berikutnya diikuti oleh pemindahan elektroda potensial sepanjang penampang seterusnya hingga pengukuran elektroda arus pada titik terakhir. Konfigurasi dipole-dipole memiliki penetrasi horizontal yang baik serta penetrasi vertikal yang cukup dalam pada nilai n dan spasi tertentu. (Saputro, 2010).



Gambar 2. 3 Elektroda arus dan potensial pada konfigurasi dipole-dipole (Reynolds, 1997)

Untuk tiap konfigurasi dalam metode resistivitas memiliki faktor geometri dan tiap konfigurasi memiliki faktor geometri yang berbeda. Faktor geometri konfigurasi dipole-dipole adalah sebagai berikut.

$$k = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \quad (2.7)$$

$$k = \pi a n (n + 2) (n + 1) \quad (2.8)$$

Dengan nilai a adalah besar spasi antar elektroda dan n adalah bilangan pengali.

2.5. Korosi

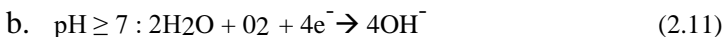
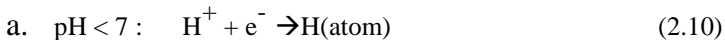
Korosi adalah perusakan atau penurunan mutu dari material akibat bereaksi dengan lingkungan (Fontana, 1986), baik secara kimia atau elektrokimia pada waktu pemakaiannya. Terkorosinya suatu logam dalam lingkungan elektrolit (air) adalah suatu proses elektrokimia. Proses ini terjadi bila ada reaksi setengah sel yang melepaskan elektron (reaksi oksidasi pada anodik) dan reaksi setengah sel yang menerima elektron tersebut (reaksi reduksi pada katodik). Kedua reaksi ini akan terus berlangsung sampai terjadi kesetimbangan dinamis dimana jumlah elektron yang dilepas sama dengan jumlah elektron yang diterima. Adapun syarat-syarat dimana suatu proses korosi dapat terjadi adalah sebagai berikut:

1. Anoda, tempat terjadinya reaksi oksidasi dimana ion negatif berkumpul. Anoda biasanya terkorosi dengan melepaskan elektron – elektron dari atom-atom logam netral untuk membentuk ion-ion yang bersangkutan. Ion-ion ini mungkin tetap tinggal dalam larutan atau bereaksi membentuk hasil korosi yang tidak larut. Reaksi ini bisa menghalangi pelarutan logam lebih lanjut yang disebut pemasifan dimana reaksi korosi berhenti. Reaksi korosi logam M biasanya dinyatakan dalam persamaan ini.



dengan banyak elektron yang diambil dari masing-masing atom yang ditentukan oleh valensi logam yang bersangkutan. Umumnya $z = 1, 2$ atau 3 .

2. Katoda merupakan tempat terjadinya reaksi reduksi dimana ion positif berkumpul. Pada katoda biasanya tidak mengalami korosi, walaupun demikian mungkin menderita kerusakan dalam kondisi-kondisi tertentu. Dua reaksi penting yang umum terjadi pada katoda berdasarkan pH adalah sebagai berikut.



3. Media elektrolit, sebagai penghantar elektron antara katoda dan anoda. Bersifat menghantarkan listrik
4. Adanya arus listrik akibat pergerakan elektron.

2.6. Uji Korelasi

Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi atau hubungan. Pengukuran asosiasi merupakan istilah umum yang mengacu pada sekelompok teknik dalam statistik bivariat yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Diantara sekian banyak teknik-teknik pengukuran asosiasi, terdapat dua teknik korelasi yang biasa digunakan sampai sekarang, yaitu Korelasi *Pearson Product Moment* dan Korelasi *Rank Spearman*. Selain kedua teknik tersebut, terdapat pula teknik-teknik korelasi lain, seperti *Kendal*, *Chi-Square*, *Phi Coefficient*, *Goodman-Kruskal*, *Somer*, dan *Wilson*. Pengukuran asosiasi mengenakan nilai numerik untuk mengetahui tingkatan asosiasi atau kekuatan hubungan antara variabel. Dua variabel dikatakan berasosiasi jika perilaku variabel yang satu mempengaruhi variabel yang lain. Jika tidak terjadi pengaruh, maka kedua variabel tersebut disebut independen.

Korelasi bermanfaat untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel dengan skala-skala tertentu, misalnya *Pearson* data harus berskala interval atau rasio, *Spearman* dan *Kendal* menggunakan skala ordinal, *Chi Square* menggunakan data nominal. Kuat lemah hubungan diukur diantara jarak 0 sampai dengan 1. Korelasi mempunyai kemungkinan pengujian hipotesis dua arah. Korelasi searah jika nilai koefisien korelasi ditemukan positif, sebaliknya jika nilai koefisien korelasi negatif, korelasi disebut tidak searah. Yang dimaksud dengan koefisien korelasi ialah suatu pengukuran statistik kovariasi atau asosiasi antara dua variabel. Jika koefisien korelasi ditemukan tidak sama dengan nol, maka terdapat ketergantungan antara dua variabel tersebut. Jika koefisien korelasi ditemukan +1. maka hubungan tersebut disebut sebagai korelasi sempurna atau hubungan linear sempurna dengan kemiringan (*slope*) positif. Jika koefisien korelasi ditemukan -1. maka hubungan tersebut disebut sebagai korelasi sempurna atau hubungan linear sempurna dengan kemiringan (*slope*) negatif. Dalam korelasi sempurna tidak diperlukan lagi pengujian hipotesis, karena kedua variabel mempunyai hubungan linear yang sempurna. Artinya variabel X mempengaruhi variabel Y secara sempurna. Jika korelasi sama dengan nol (0), maka tidak terdapat hubungan antara kedua variabel tersebut.

Koefisien korelasi sering dilambangkan dengan huruf (r). Koefisien korelasi dinyatakan dengan bilangan, bergerak antara 0

sampai +1 atau 0 sampai -1. Apabila korelasi mendekati +1 atau -1 berarti terdapat hubungan yang kuat, sebaliknya korelasi yang mendekati 0 maka bernilai lemah. Apabila korelasi sama dengan 0, antara kedua variabel berarti tidak terdapat hubungan sama sekali. Pada korelasi +1 atau -1 terdapat hubungan yang sempurna antara kedua variabel. Notasi positif atau negatif menunjukkan arah hubungan antara kedua variabel. Nilai positif, hubungan antara kedua variabel searah, jadi jika satu variabel naik maka variabel yang lain juga naik. Pada notasi negatif, kedua variabel berhubungan terbalik, artinya jika satu variabel naik maka variabel yang lain justru turun (Prastito, 2004). Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel penulis memberikankriteria sebagai berikut (Sarwono, 2006).

Tabel 2. 4 Koefisien Korelasi dan Hubungan antar Variabel

Koefisien korelasi	Hubungan antar variable
0	Tidak ada korelasi
0-0.25	Korelasi sangat lemah
0.25-0.5	Korelasi cukup
0.5-0.75	Korelasi kuat
0.75-0.99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

Metode korelasi yang digunakan adalah metode korelasi pearson yang biasanya digunakan pada data yang berskala interval. Metode korelasi ini biasa digunakan pada analisa korelasi data geofisika. Pada penelitian kali ini metode digunakan untuk mengetahui korelasi antara resistivitas dan *chargeability*. Koefisien korelasi Pearson (R) dirumuskan sebagai berikut (Usman, 2000).

$$R = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{((n \sum x^2) - (\sum x)^2)(n \sum y^2) - (\sum y)^2}} \quad (3.1)$$

Dimana :

R = Koefisien korelasi

N = Jumlah data

X = Nilai data variabel pertama

Y = Nilai data variabel kedua

BAB III METODOLOGI

3.1. Peralatan Penelitian

3.1.1. Pengukuran Lapangan

Pada penelitian tugas akhir ini, diperlukan peralatan yang digunakan saat pengukuran maupun studi pendahuluan. Adapun peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Meteran
2. GPS
3. Satu set alat Resistivity
4. Kabel
5. Elektroda
6. Palu
7. Multimeter
8. Meteran
9. Stopwatch



Gambar 3. 1 Peralatan Penelitian

3.1.2. Percobaan Skala Laboratorium

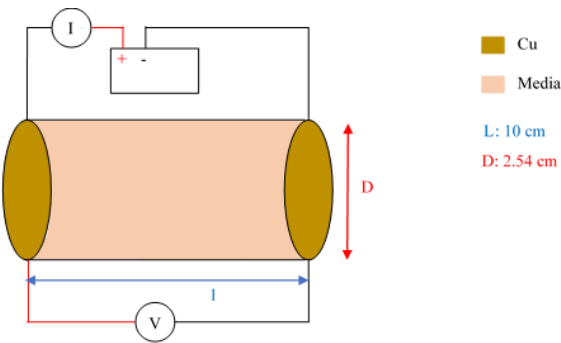
Daerah penelitian merupakan daerah pesisir dengan elevasi tanah 4.5 meter. Untuk mengetahui respon *chargeability* terhadap tanah atau batuan dengan intrusi air laut maka dilakukan pengukuran

skala laboratorium dengan variasi volume NaCl. Berikut ini adalah desain dan peralatan yang digunakan pada percobaan ini.

Tabel 3. 1 Alat dan bahan percobaan

No.	Alat dan Bahan	Jumlah	Keterangan
1	Garam	10 gram	-
2	Aquades	100 ml	-
3	Sampel tanah: Pasir	500 gram	5 cm x 6 cm
4	Lempeng tembaga	4	D: 1 mm, l: 2 m
5	Kabel tembaga	8 m	Diameter 2.54 cm, panjang 10 cm
6	Pipa PVC	1 buah	
7	AVO meter	2 buah	-
8	Catu daya	1 buah	12 volt
9	Gelas ukur	1 buah	-
10	Stopwatch	1 buah	-

Pengukuran *chargeability* dilakukan pada sampel pasir dengan media pipa PVC berikut ini adalah rangkaian pengukuran *chargeability* dengan peralatan seperti disebutkan di atas.



Gambar 3. 2 Rangkaian alat uji *chargeability*

Pengukuran arus dan tegangan menggunakan multimeter dilakukan pada ujung-ujung tembaga, arus diukur dengan rangkaian seri antara catu daya dan rangkaian sedangkan tegangan diukur dengan rangkaian paralel. Variasi yang digunakan dalam percobaan adalah jumlah larutan

yang digunakan. Ada tiga variasi sampel yaitu pasir kuarsa kering, pasir dengan larutan garam 10 ml dan pasir dengan larutan garam 20 ml.

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan pada 2-17 Mei 2017. Akuisisi data *Induced Polarization* berlokasi di unit 7 dan 8 PT. IPMOMI, Probolinggo. Akuisisi data dengan target kedalaman 5 meter dilakukan dengan 2 lintasan sepanjang 72 meter, 2 lintasan sepanjang 32 meter dan satu lintasan sepanjang 54 meter. Berikut ini adalah desain akuisisi pengukuran:



Gambar 3. 3 Desain akuisisi daerah pengukuran

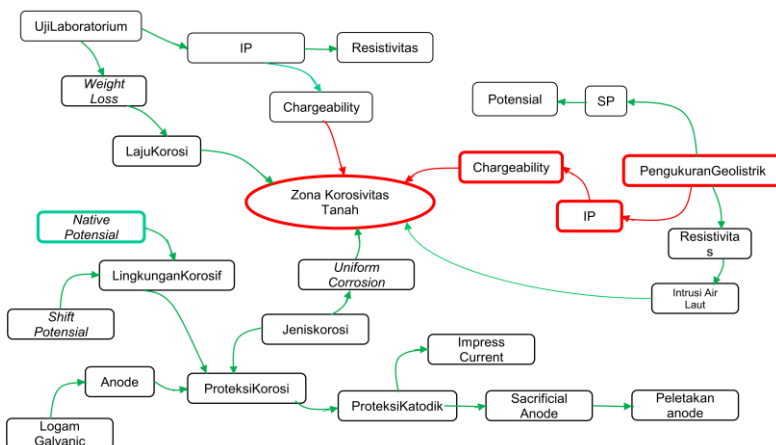
Tabel 3. 2 Rincian Lintasan Pengukuran

Lintasan	Longitude	Lattitude	Panjang (m)	Spasi (m)	n
1	784390.17-784432.86	9146603.61-9146660.95	72	1.5	8
2	784384.20-784426.48	9146607.31-9146665.77	72	2	8
3	784410.18-784415.83	9146651.39-9146615.92	36	1	8
4	784412.62-784448.65	9146655.80-9146653.16	36	1	8
5	784467.46-784482.84	9146651.11-9146702.24	56	1.5	8

Panjang dan koordinat lokasi lintasan dengan total lima lintasan pengukuran dipaparkan pada Tabel 3.2. Lokasi pengukuran berada di bawah *Fly ash* Silo pada daerah system A PT. IPMOMI unit 7&8. Permukaan tanah berada pada 5 mdpl dan terdapat pipa baja ASTM 106 pada kedalaman 2 m atau 3 mdpl. Lokasi pipa melintang sejajar dengan *Fly ash* Silo yang telah di coating dan berproteksi katodik. Ketika pengukuran berlangsung proteksi katodik dimatikan untuk menghindari interferensi pada data pengukuran. Jenis tanah merupakan tanah urukan yang berasal dari pegunungan ringgit di selatan lokasi. Kondisi tanah yang keras sedikit mempersulit penancapan elektroda ke dalam tanah.

3.3. Alur Penelitian

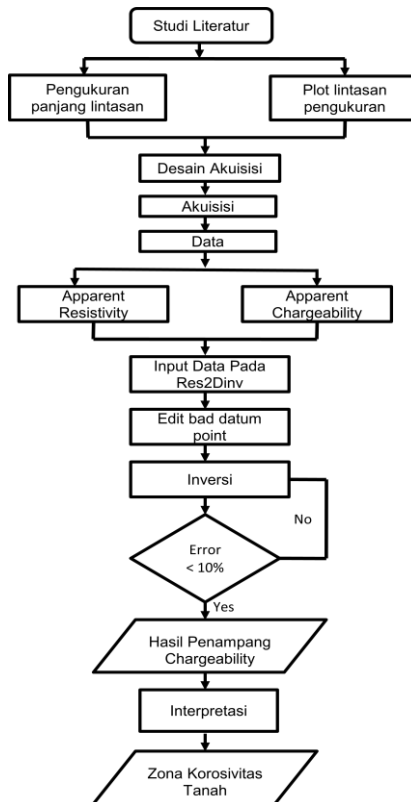
Adapun alur penelitian Tugas Akhir kali ini adalah sebagai berikut. Penelitian yang dibahas adalah pada bagian dengan kotak merah :



Gambar 3. 4 Road map penelitian

Penelitian keseluruhan dilakukan secara kelompok dengan metode dan tujuan seperti yang digambarkan pada *road map*. Dimana bahasan besar dibagi menjadi 2 yaitu laju korosi dan zonasi korosivitas tanah. Metode yang digunakan pada bahasan laju korosi adalah resistivitas dengan konfigurasi Wenner Schlumberger dan pemodelan skala lab. Sedangkan untuk zonasi menggunakan metode Self Potential,

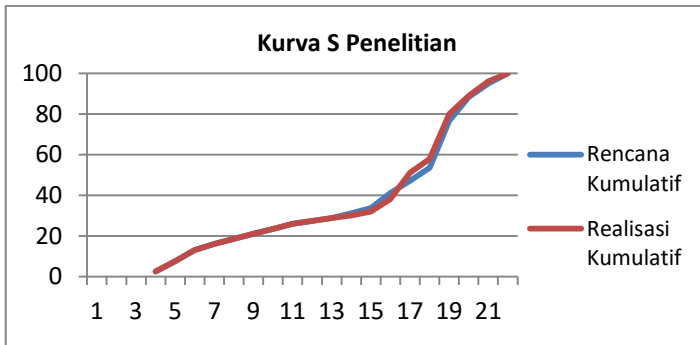
Native Potential, IP dengan konfigurasi Wenner, dan IP konfigurasi dipole-dipole yang akan dibahas pada penelitian kali ini. Data *native potential* juga menjadi data pendukung penelitian ini sebagai referensi persebaran zona korosivitas tanah. Berikut ini diagram alir penelitian zonasi korosivitas tanah dengan metode IP konfigurasi dipole-dipole.



Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian

Studi literatur mengenai korosivitas, *Induced Polarization*, dan resistivitas dilakukan sebagai referensi awal sebelum melakukan pengukuran. Referensi yang digunakan berupa paper, skripsi dan Thesis yang berkaitan dengan tiga bahasan tersebut. Selanjutnya penentuan

desain akuisisi dilakukan berdasarkan studi literatur, referensi mengenai geologi regional dan hasil survey pendahuluan. Akuisisi data dilakukan dengan rincian lintasan seperti yang telah disebutkan pada Tabel 3.1. Pengukuran dilakukan selama 7 hari dengan kondisi tanah urukan yang keras sehingga cukup menyulitkan proses persiapan pengukuran yaitu ketika menancapkan elektroda kedalam tanah. Setelah diperoleh data dilakukan perhitungan *apparent resistivity* dan *apparent chargeability* untuk selanjutnya menjadi input pengolahan pada *software* Res2Dinv. Berikut ini adalah tahap pengolahan data.



Gambar 3. 6 Kurva S Penelitian

Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Pembandingan kurva S rencana dengan kurva pelaksanaan memungkinkan dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun lebih dari yang direncanakan. (Luthan & Syafriandi, 2006). Tabel pembuatan kurva S dapat dilihat pada Tabel 5,1 pada lampiran. Beberapa hal yang diperhatikan dalam pembuatan kurva S adalah sebagai berikut. Tanggal mulai dan durasi yang digunakan merupakan asumsi dari peneliti dengan satuan per satu minggu. Bobot kegiatan ditentukan berdasarkan seberapa besar kontribusi kegiatan tersebut terhadap penyelesaian penelitian. Bobot per hari merupakan hasil bagi dari bobot kegiatan dengan durasi. Prestasi per hari merupakan akumulasi dari bobot kegiatan per hari dalam satu hari. Prestasi kumulatif merupakan akumulasi dari prestasi per hari sampai proyek tersebut selesai, dengan hasil akhirnya adalah 100%.

3.4. Pengolahan Data

Pengolahan data pertama kali dilakukan pada Ms.Excel dengan tujuan menghitung nilai *apparent resistivity* dan *apparent chargeability* dari data arus, tegangan primer dan tegangan sekunder yang diperoleh. Rumus untuk menghitung *apparent resistivity* telah dijelaskan pada persamaan 2.3, sedangkan rumus untuk menghitung *apparent chargeability* dijelaskan pada persamaan 2.6. Tahap pengolahan data *apparent resistivity* dan *apparent chargeability* terdiri dari proses inversi data dengan menggunakan perangkat lunak Res2DInv untuk memperoleh nilai resistivitas dan *chargeability* yang sebenarnya. Berikut ini adalah tahap pengolahan data.

1. Membuat input data pada notepad

Nilai *apparent resistivity* dan *apparent chargeability* yang telah diperoleh dari perhitungan pada Ms.Excel selanjutnya akan diinput pada *sodtware* Res2Dinv untuk selanjutnya dilakukan proses inversi. Input data pada software Res2Dinv menggunakan format .txt atau .dat, namun kali ini penulis menggunakan format .txt. Format data tersebut berisi jarak elektroda, spasi elektroda, kode konfigurasi elektroda yang digunakan, nilai n atau kedalaman yang dapat dicapai oleh alat, nilai variasi resistivitas dan *chargeability*. Berikut ini adalah gambaran notepad yang selanjutnya akan menjadi data masukan pada software.

L2mid.txt - Notepad

File	Edit	Format	View	Help
IP	DIPOLE	LINE	2	PAINTON
Nama Lintasan				
spasi				
Jenis Konfigurasi				
Jumlah datum				
Mid point				
Kode IP				
Chargeability				
msec				
0.1	2	1	37.91331269	0.1708461538
0.2	2	1	90.54883721	0.134709677
0.3	2	1	113.1575663	0.0632987
0.4	2	1	113.9575805	0.0712987
0.5	2	1	81.27987431	0.024158776
1.0	2	1	85.6390566	0.078152888
1.5	2	1	89.8203097	0.110545455
1.7	2	1	118.3462025	0.08313602
1.9	2	1	112.0232381	0.064367325
2.0	2	1	100.151811	0.13094542
2.3	2	1	108.3742947	0.034087193
2.5	2	1	118.8187793	0.081307692
2.7	2	1	90.74918161	0.053300971
2.9	2	1	119.1918367	0.049677419
3.1	2	1	120.8491726	0.06036855
3.2	2	1	112.7736057	0.055013123
3.5	2	1	183.6678179	0.007155233
3.7	2	1	76.93975155	0.063171103
3.8	2	1	36.60308667	0.095642857
4.1	2	1	26.54990769	0.066550218
4.3	2	1	33.33230769	0.072243478
4.5	2	1	144.8168	0.055368604
4.7	2	1	97.98046512	0.017410579
4.9	2	1	98.19460293	0.005857988
5.1	2	1	144.0962221	0.006169355
5.3	2	1	77.30008045	0.004

Gambar 3. 7 Contoh Input Data pada Notepad

Dimana:

A: Jarak mid point dari titik 0

B: Spasi lintasan

C: n ke-i

D: Apparent resistivity

E: Apparent *chargeability*

Setelah selesai input data pada *software* Res2Dinv maka pengolahan data diawali dengan beberapa pengaturan sebagai berikut.

2. *Edit bad datum*

Pada data yang diperoleh terkadang ditemukan beberapa *noise*. *Noise* dapat disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut.

a. *Systematic noise*

Systematic noise biasanya terjadi pada proses pengukuran sehingga pembacaan tidak mempresentasikan pada pengukuran resistivitas sebenarnya. Misalnya, terjadi kerusakan pada kabel, kontak elektroda dengan tanah yang buruk sehingga arus yang diinjeksikan tidak mengalir dengan baik ke bawah permukaan, menghubungkan kabel kearah yang salah dan kesalahan lainnya.

b. *Random noise*

Random noise merupakan *noise* arus *telluric* yang mempengaruhi semua pembacaan nilai pengukuran. *Noise* ini dapat menyebabkan pembacaan pada alat menjadi lebih rendah atau lebih tinggi dari pembacaan bebas *noise* yang seharusnya. *Random noise* sering terjadi pada konfigurasi dipole-dipole dan pole-pole yang memiliki faktor geometri yang besar.

c. Gangguan alami

Gangguan alami biasanya sering muncul di daerah manapun. Contoh dari gangguan alami yang muncul ketika dilakukan pengukuran yaitu hujan, petir, bunyi yang keras apabila dilakukan di dekat jalan raya, gempa bumi, kondisi tanah yang basah dan gangguan alami lainnya.

3. Proses Inversi

Inversi dilakukan untuk memperoleh penampang resistivitas dan *chargeability* berdasarkan hasil pengukuran sebenarnya dan perhitungan *software*. Maka dari itu perlu diperhatikan beberapa pilihan dalam tahap inversi. Pada penelitian kali ini digunakan inversi least square sebanyak 5 kali. Digunakan pula smoothing dan *edit RMS Error* untuk mendapatkan error dibawah 10%.

Perangkat lunak Res2DInv menggunakan algoritma *Least Square* saat proses dilakukan. (Loke, 2004), menyatakan bahwa algoritma *Least Square* dalam perangkat lunak Res2DInv terdiri atas dua macam algoritma, yakni:

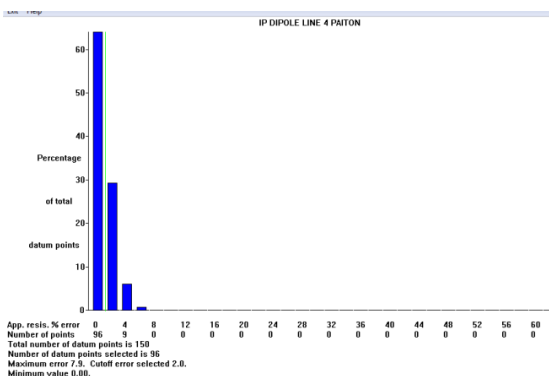
- a. *Standard Smoothness-Constrain Least Square Inversion*, Metode kuadrat terkecil (*least square*) merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai parameter dalam pemodelan regresi. Adapun persamaan Least Square yaitu:

$$(J^T J + \mu F)d = J^T g - \mu F r \quad (4.1)$$

dengan

$$F = f_x f_x^T + f_z f_z^T \quad (4.2)$$

- b. Setelah melakukan proses inversi maka pada menu *display software* Res2DInv terdapat menu Edit data. Pada menu tersebut terdapat histogram yang menunjukkan rentang nilai *error* dan berapa jumlah data pada rentang tersebut. Pengaturan ini bertujuan untuk memilih rentang data yang dipilih pada *error* yang dianggap cukup. Dengan melakukan pengaturan ini hasil inversi yang diperoleh lebih halus dan diperoleh RMS error inversi yang kecil. Berikut ini adalah tampilan dari edit RMS error, data yang dipilih adalah data dengan RMS error mendekati 0. Pengaturan ini menghasilkan raw data baru untuk diinversi kembali yang nilai datumnya lebih sedikit dari data awal.



Gambar 3. 8 Edit RMS error

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data

Telah dilakukan pengukuran geolistrik dengan metode Induced Polarization dengan konfigurasi dipole-dipole dengan $n=1,2,3...8$ dengan target pengukuran korosivitas tanah. Terdapat 5 lintasan pengukuran dengan panjang dan spasi elektroda yang bervariasi. Penjelasan detail mengenai hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1. Pengukuran dilakukan pada unit 7 dan 8 PT.IPMOMI. Penelitian tugas akhir ini dilakukan akuisisi data Induced Polarization dengan konfigurasi dipole-dipole sebanyak 5 lintasan. Pengolahan data *apparent resistivity* dan *apparent chargeability* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Res2dInv* sehingga diperoleh penampang dua dimensi variasi nilai *chargeability* dan *resistivity* yang merepresentasikan penampang bawah permukaan daerah penelitian. Penelitian ini disusun menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Analisa kuantitatif dilakukan berdasarkan nilai resistivitas terhadap korosivitas tanah. Lalu zonasi tingkat korosivitas tanah dilakukan pada penampang resistivitas. Zonasi tersebut yang digunakan pada penampang *chargeability* sehingga dapat diketahui nilai *chargeability* dari tiap-tiap tingkat korosivitas tanah pada daerah penelitian.

4.1.1. Hasil Uji Korelasi

Penelitian ini berfokus pada respon *chargeability* terhadap korosivitas tanah yang dilihat berdasarkan nilai resistivitas pada lokasi yang sama. Maka dari itu perlu dilakukan uji korelasi antara data *chargeability* dengan data resistivitas. Uji ini berguna untuk mengetahui bagaimana hubungan antara kedua data tersebut. Nilai yang digunakan adalah nilai *chargeability* dan resistivitas hasil inversi. Sedangkan metode yang digunakan adalah uji korelasi pearson dengan perumusan seperti pada persamaan 3.1. Uji pearson sering digunakan pada data geofisika karena uji korelasi *pearson* cocok untuk jenis data dengan skala interval. Skala interval adalah skala ordinal yang memiliki poin jarak objektif dalam keteraturan kategori peringkat, tapi jarak yang tercipta sama antar masing-masing angka. Berikut ini adalah hasil uji korelasi pearson pada setiap lintasan pengukuran.

Tabel 4. 1 Hasil uji korelasi 5 lintasan

Lintasan	Koefisien korelasi	Hubungan antar variable
1	0.467038	Korelasi cukup
2	0.212151	Korelasi cukup
3	0.29963	Korelasi cukup
4	0.383404	Korelasi cukup
5	0.264626	Korelasi cukup

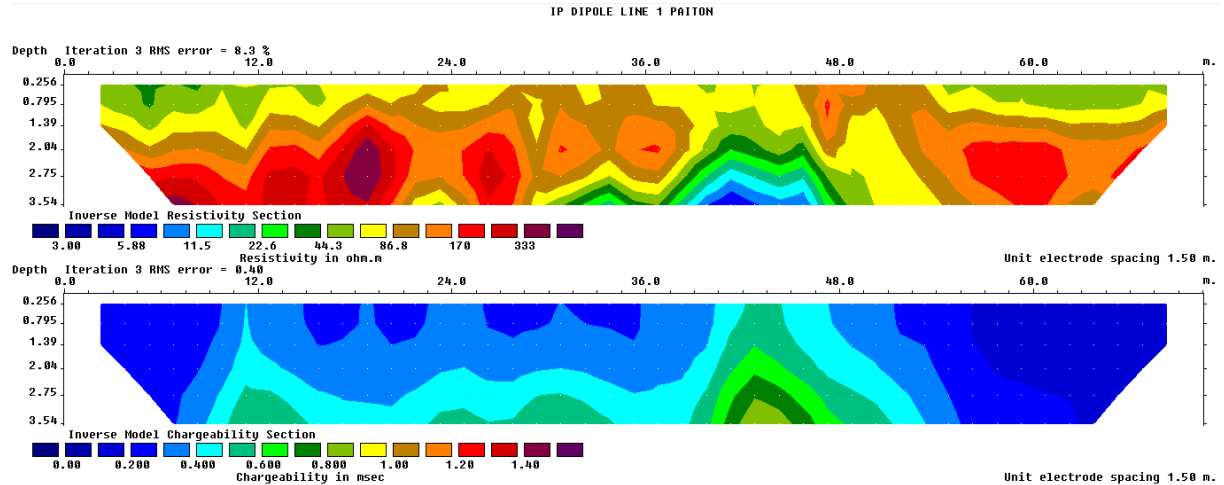
Semakin mendekati 1 maka tingkat korelasi antar data semakin baik. Dari lima lintasan empat diantaranya menunjukkan korelasi cukup. Hal tersebut dikarenakan pada penelitian ini rata-rata nilai resistivitas hasil inversi berbanding terbalik dengan nilai *chargeability*. Semakin tinggi nilai resistivitas maka semakin rendah nilai *chargeability*-nya dan sebaliknya. Tidak sama halnya dengan lintasan 3 yang menunjukkan korelasi yang baik. Perbedaan ini menunjukkan hubungan resistivitas dan *chargeability* belum didefinisikan dengan pasti baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

4.2. Hasil Pengolahan Data

Target pengukuran kali ini adalah zonasi lateral korosivitas tanah. Rentang kedalaman yang diperoleh pada pengukuran kali ini adalah 3-5 meter. Rentang nilai *chargeability* dan resistivitas yang digunakan sesuai dengan nilai maksimum dan minimum data tiap lintasan namun keseluruhan memiliki rentang yang relatif sama. Dari hasil penampang resistivitas dapat diketahui sifat korosivitas tanahnya maka dari itu pada jarak dan kedalaman yang sama dapat diketahui bagaimana respon nilai *chargeability* terhadap sifat korosivitas tanah. Pada setiap lintasan terdapat tabel hubungan antara resistivitas, *chargeability* dan korosivitas. Berikut ini adalah hasil inversi menggunakan *software* Res2Dinv pada kelima lintasan pengukuran.





4.2.1. Lintasan 1

Pada lintasan 1 dilakukan iterasi sebanyak 5 kali diperoleh error sebesar 2% untuk hasil inversi resistivitas dan 0.37% pada hasil inversi *chargeability*. Lintasan 1 memiliki panjang 72 meter dengan spasi 1.5 meter antar elektroda. Dengan n sebanyak 8 diperoleh kedalaman 3.27 meter.



Gambar 4. 1 Penampang Resistivitas dan *Chargeability* Lintasan 1

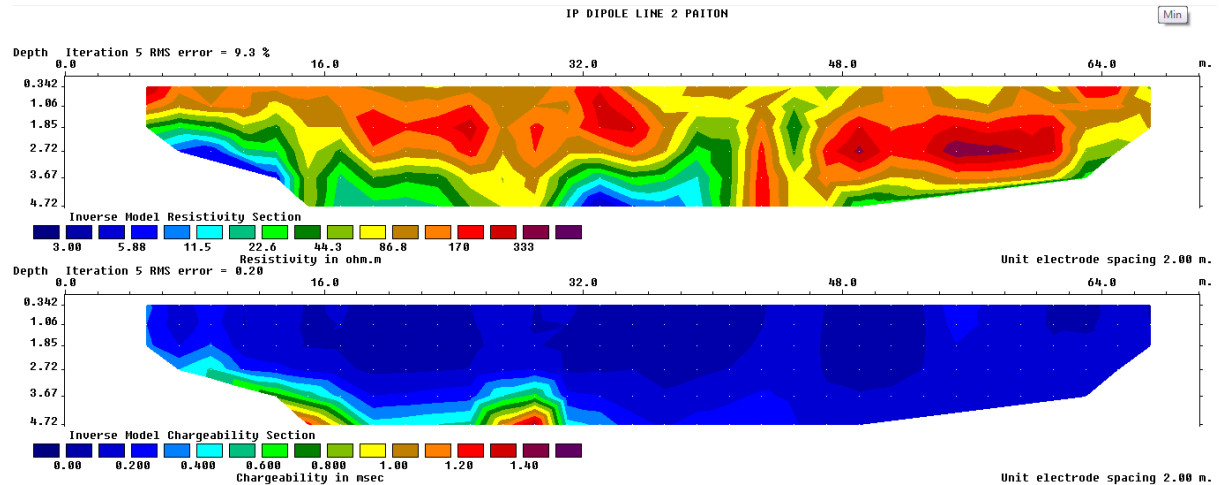
Tabel 4. 2 Hubungan resistivitas, *chargeability* dan korosivitas tanah pada lintasan 1

Zona	Warna	Resistivitas (ohm.m)	Chargeability (msec)	Korosivitas tanah
1.		75.5-86.8	0.2	Ringan
2.		127.4-333	0.2	Sangat ringan
3.		22.6-44.3	0.6-0.7	Sedang
4.		5	0.9	Sangat tinggi

Dari penampang hasil inversi resistivitas diperoleh tiga zonasi tingkat korosivitas tanah pada lintasan 1. Pada jarak 0-40.5 meter dengan kedalaman 0-1.31 meter nilai resistivitas berada pada rentang 81.6-100 ohm.m yang terindikasi sebagai zona korosivitas tanah ringan. Pada zona ini nilai *chargeability* terbilang kecil yaitu 0-0.1 msec. Pada zona kedua yaitu pada jarak 40.5-47 meter dengan kedalaman 0-3.27 meter diperoleh nilai resistivitas sebesar 10-20 ohm.m yang mengindikasikan bahwa zona tersebut merupakan zona korosivitas tanah tinggi dengan nilai *chargeability* yang lebih tinggi dari zona 1 yaitu 0.6-1.2 msec. Sedangkan pada zona ketiga pada jarak 0-40.5 meter dengan kedalaman 1.31-3.27 meter nilai resistivitas yang diperoleh yaitu 138-233 ohm.m. Nilai resistivitas di atas 100 ohm.m menunjukkan bahwa zona tersebut sangat tidak korosif. Nilai *chargeability* pada zona ini merupakan yang tertinggi dari zona yang lain yaitu 1-1.6 msec.




4.2.2. Lintasan 2

Pada lintasan 2 dilakukan iterasi sebanyak 5 kali, diperoleh error sebesar 9.3% untuk hasil inversi resistivitas dan 0.2% pada hasil inversi *chargeability*. Lintasan 2 memiliki panjang 72 meter dengan spasi 2 meter antar elektroda. Dengan n sebanyak 8 diperoleh kedalaman 4.72 meter.



Gambar 4. 2 Penampang Resistivitas dan *Chargeability* Lintasan 2

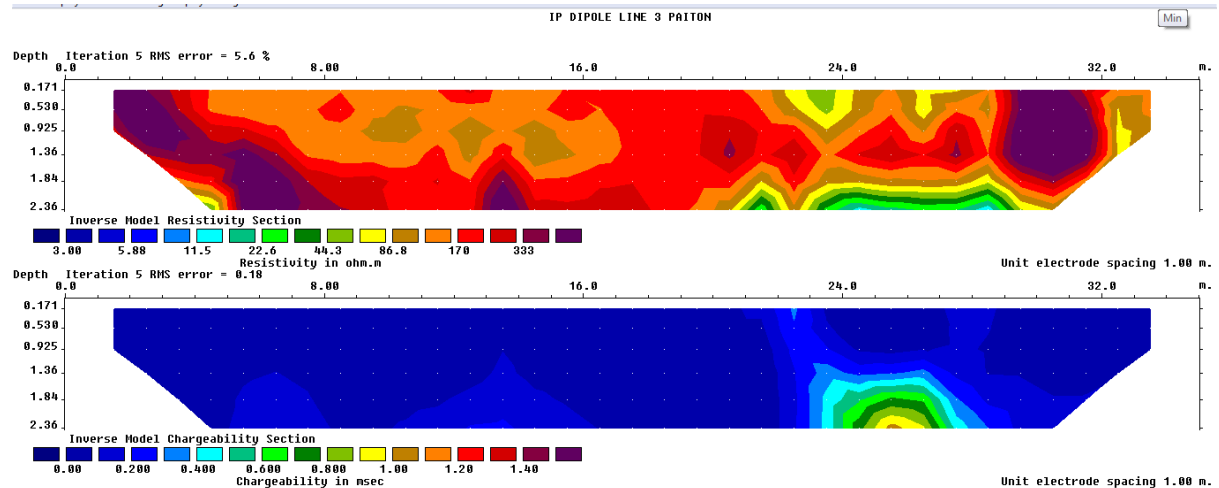
Tabel 4. 3 Hubungan resistivitas, *chargeability* dan korosivitas tanah pada lintasan 2

Zona	Warna	Resistivitas (ohm.m)	Chargeability (msec)	Korosivitas tanah
1.		127.4-333	0-0.3	Sangat ringan
2.		8.5-17	0.6-0.8	Tinggi
3.		3-5	0.9-1.2	Sangat tinggi

Dari penampang hasil inversi resistivitas diperoleh empat zonasi tingkat korosivitas tanah pada lintasan 2. Zona korosivitas tanah sangat sangat ringan berada pada jarak 0-65 meter dengan kedalaman 0-4.72 meter. Zona ini memiliki nilai resistivitas diatas 100 ohm.m yaitu berkisar pada rentang 127.4-333 ohm.m dan memiliki nilai *chargeability* yang terbilang kecil yaitu 0-0.3 msec. Pada zona kedua yaitu pada jarak 0-37 meter dengan kedalaman 1.95-2.72 meter diperoleh nilai resistivitas sebesar 22.6-44.3 ohm.m yang mengindikasikan bahwa zona tersebut merupakan zona korosivitas tanah sedang dengan nilai *chargeability* yang lebih tinggi dari zona 1 dan dua yaitu 0.6-0.8 msec. Sedangkan pada zona ketiga pada jarak 0-37 meter dengan kedalaman 2.72-2.8 meter nilai resistivitas yang diperoleh yaitu 8.5-17 ohm.m. Nilai tersebut menunjukkan bahwa zona tersebut memiliki tingkat korosivitas yang tinggi. Nilai *chargeability* pada zona ini adalah 0.6-0.8 msec. Zona keempat dengan jarak 0-37 pada kedalaman 2.8-4.72 memiliki resistivitas sebesar 3-5 ohm.m dan *chargeability* sebesar 0.9-1.2 yang mengindikasikan bahwa zona tersebut merupakan zona korosivitas sangat tinggi





4.2.3. Lintasan 3

Pada lintasan 3 dilakukan iterasi sebanyak 5 kali, diperoleh error sebesar 5.6% untuk hasil inversi resistivitas dan 0.18% pada hasil inversi *chargeability*. Lintasan 3 memiliki panjang 36 meter dengan spasi 1 meter antar elektroda. Dengan n sebanyak 8 diperoleh kedalaman 2.36 meter.



Gambar 4. 3 Penampang Resistivitas dan *Chargeability* Lintasan 3

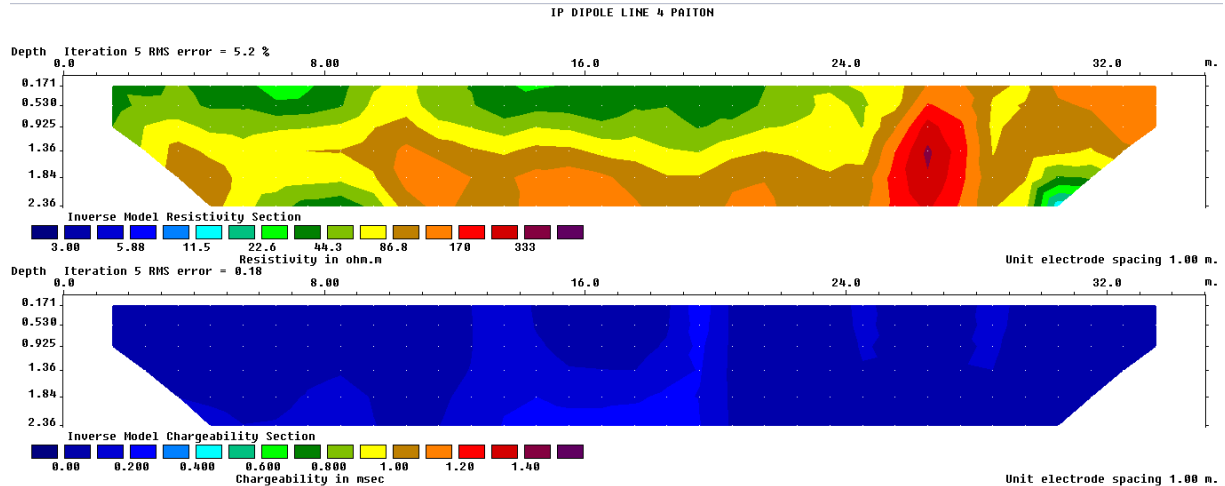
Tabel 4. 4 Hubungan resistivitas, *chargeability* dan korosivitas tanah pada lintasan 3

Zona	Warna	Resistivitas (ohm.m)	<i>Chargeability</i> (msec)	Korosivitas tanah
1.		127.4-333	0.1	Sangat ringan
2.		>333	0.3	Sangat ringan
3.		>333	0.3	Sangat ringan
4.		22.6-44.3	0.7-0.9	Sedang

Dari penampang hasil inversi resistivitas diperoleh empat zonasi tingkat korosivitas tanah pada lintasan 3. Zona korosivitas tanah sangat ringan berada pada tiga zona, pada jarak 0-35 meter dengan kedalaman 0-1.36 meter. Zona ini memiliki nilai resistivitas diatas 100 ohm.m yaitu berkisar pada rentang 127.4-333 ohm.m dan memiliki nilai *chargeability* yang terbilang kecil yaitu 0.1 msec. Pada zona kedua yaitu pada jarak 5-8 meter dan 10-16 meter pada kedalamn 1.36-2.36 meter diperoleh nilai resistivitas yang sama yaitu >333 ohm.m yang mengindikasikan bahwa zona tersebut merupakan zona korosivitas tanah sangat ringan dengan nilai *chargeability* 0.3 msec. Sedangkan pada zona keempat pada jarak 21-29 meter dengan kedalaman 1.36-2.36 meter nilai resistivitas yang diperoleh yaitu 22.6-44.3 ohm.m. Nilai tersebut menunjukkan bahwa zona tersebut memiliki tingkat korosivitas yang sedang. Nilai *chargeability* pada zona ini adalah 0.7-0.9 msec.




4.2.4. Lintasan 4

Pada lintasan 4 dilakukan iterasi sebanyak 5 kali, diperoleh error sebesar 5.2% untuk hasil inversi resistivitas dan 0.18% pada hasil inversi *chargeability*. Lintasan 4 memiliki panjang 36 meter dengan spasi 1 meter antar elektroda. Dengan n sebanyak 8 diperoleh kedalaman 2.36 meter.



Gambar 4. 4 Penampang Resistivitas dan *Chargeability* Lintasan 4

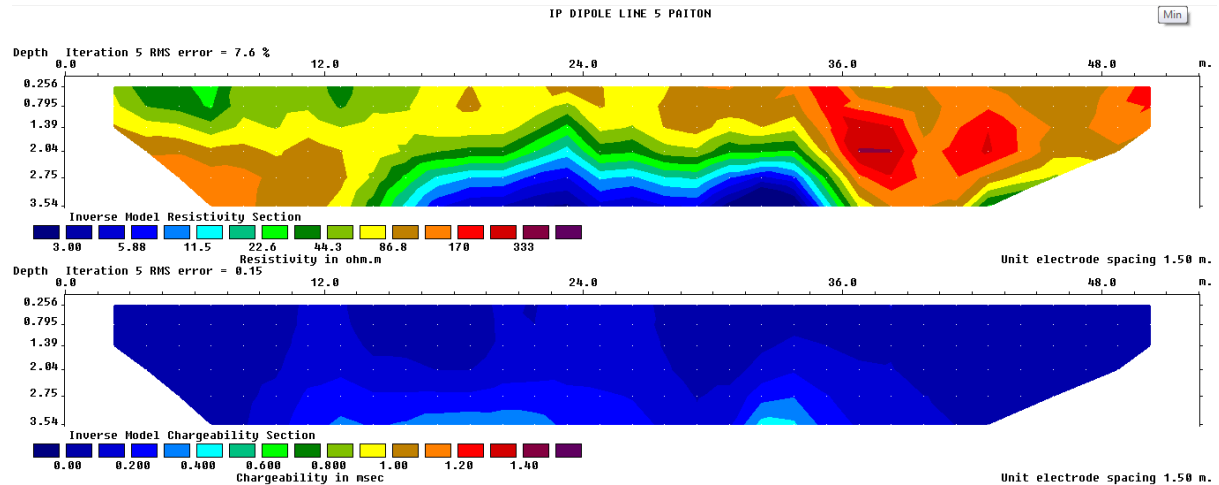
Tabel 4. 5 Hubungan resistivitas, *chargeability* dan korosivitas tanah pada lintasan 4

Zona	Warna	Resistivitas (ohm.m)	<i>Chargeability</i> (msec)	Korosivitas tanah
1.		75.5-86.8	0.2	Ringan
2.		33.4-44.3	0.4-0.5	Sedang
3.		127.4-178	0.3	Sangat ringan

Dari penampang hasil inversi resistivitas diperoleh empat zonasi tingkat korosivitas tanah pada lintasan 4. Zona korosivitas tanah ringan berada pada jarak 0-12 meter dengan kedalaman 0-2.36 meter. Zona ini memiliki nilai resistivitas 75.5-86.8 ohm.m dan memiliki nilai *chargeability* yang terbilang kecil yaitu 0.2 msec. Pada zona kedua diindikasikan merupakan zona korosivitas tanah sedang pada jarak 12-22 meter pada kedalaman 0.5-0.7 meter. Zona tersebut memiliki nilai resistivitas sebesar 33.4-44.3 ohm.m, serta nilai *chargeability* sebesar 0.4-0.5 msec. Sedangkan pada zona ketiga diindikasikan korosivitas tanah yang ringan pada jarak 22-35 meter dengan kedalaman 0-2.36 meter. Resistivitas pada zona tersebut adalah 75.5-86.8 ohm.m dan *chargeability* yang terbaca sebesar 0.2 msec. Zona keempat berada pada jarak 12-22 meter dengan kedalaman 0.7-2.36 meter nilai resistivitas yang diperoleh yaitu 127.4-178 ohm.m. Nilai tersebut menunjukkan bahwa zona tersebut memiliki tingkat korosivitas yang sangat ringan. Nilai *chargeability* pada zona ini adalah 0.3 msec.





4.2.5. Lintasan 5

Pada lintasan 5 dilakukan iterasi sebanyak 5 kali, diperoleh error sebesar 7.6% untuk hasil inversi resistivitas dan 0.15% pada hasil inversi *chargeability*. Lintasan 5 memiliki panjang 54 meter dengan spasi 1.5 meter antar elektroda. Dengan n sebanyak 8 diperoleh kedalaman 3.54 meter.



Gambar 4. 5 Penampang Resistivitas dan *Chargeability* Lintasan 5

Tabel 4. 6 Hubungan resistivitas, *chargeability* dan korosivitas tanah pada lintasan 5

Zona	Warna	Resistivitas (ohm.m)	<i>Chargeability</i> (msec)	Korosivitas tanah
1.		127.4-333	0.1	Sangat ringan
2.		22.6-44.3	0.3	Sedang
3.		8.5-17	0.4	Tinggi
4.		3-5	0.5	Sangat tinggi

Dari penampang hasil inversi resistivitas diperoleh empat zonasi tingkat korosivitas tanah pada lintasan 5. Zona korosivitas tanah sedang berada pada jarak 0-54 meter dengan kedalaman 0-3.54 meter. Zona ini memiliki nilai resistivitas 127.4-333 ohm.m dan memiliki nilai *chargeability* yang terbilang kecil yaitu 0.1 msec. Pada zona kedua diindikasikan merupakan zona korosivitas tanah sedang pada jarak 15-34.5 meter pada kedalaman 2.04-2.75 meter. Zona ini memiliki nilai resistivitas 22.6-44.3 ohm.m, serta nilai *chargeability* sebesar 0.4 msec. Sedangkan pada zona ketiga diindikasikan merupakan zona korosivitas tanah yang tinggi pada jarak 15-34.5 meter dengan kedalaman 2.75-3.54 meter. Resistivitas zona tersebut adalah 8.5-17 ohm.m dan *chargeability* yang terbaca sebesar 0.4 msec. Zona keempat berada pada jarak 15-34.5 meter dengan kedalaman 3.4-3.54 meter nilai resistivitas yang diperoleh yaitu 3-5 ohm.m. Nilai tersebut menunjukkan bahwa zona tersebut memiliki tingkat korosivitas yang sangat tinggi. Nilai *chargeability* pada zona ini adalah 0.5 msec.

4.3. Pembahasan

Sifat korosivitas tanah telah banyak diketahui berdasarkan nilai resistivitas namun masih sangat jarang dihubungkan dengan nilai *chargeability*. Maka dari itu belum ada acuan pasti mengenai hubungan antara korosivitas dan *chargeability*. Sehingga penulis mencoba menghubungkan antara nilai ketiganya berdasarkan zonasi yang sama. Untuk mengetahui respon nilai *chargeability* terhadap korosivitas tanah khususnya pada daerah penelitian.

Berdasarkan korelasi antar ketiganya dapat dilihat bahwa hubungan antara *chargeability* dan korosivitas tanah masih acak. Hal tersebut dapat disebabkan karena daerah penelitian yg keseluruhan tanahnya merupakan tanah urukan sehingga rentang nilai *chargeability*

yang diperoleh tidak terlalu lebar. Sehingga ada nilai *chargeability* yang sama namun tingkat korosivitasnya berbeda. Meskipun begitu dapat dilihat kecenderungan datanya bahwa ketika resistivitas menunjukkan nilai yang tinggi maka *chargeability* menunjukkan nilai yang rendah. Uji korelasi yang telah dilakukan seperti dijelaskan pada sub bab 4.1.1 menunjukkan bahwa nilai resistivitas dan *chargeability* menunjukkan tingkat korelasi yang cukup baik dengan rentang koefisien korelasi 0.2-0.5 terhadap 1. Nilai tersebut dapat dibilang tidak tinggi hal tersebut dapat terjadi karena data memiliki hubungan yang berbanding terbalik yang mana berkorelasi dengan pernyataan sebelumnya bahwa hubungan antara nilai resistivitas dan *chargeability* tidak berbanding lurus namun berbanding terbalik khususnya pada penelitian ini.

Penelitian ini berfokus pada respon *chargeability* terhadap korosivitas. Dikarenakan belum adanya referensi terkait hubungan antara keduanya maka penulis menggunakan penampang resistivitas hasil inversi dengan metode dan lokasi yang sama untuk melakukan zonasi korosivitas tanah daerah penelitian. Zonasi dilakukan berdasarkan Tabel 2.2. Tingkat korosivitas tanah berdasarkan nilai resistivitas (Puslitbang Metalurgi-LIPI, 1987). Selanjutnya zonasi korosivitas pada penampang *chargeability* berdasarkan jarak dan kedalaman yang sama dengan zonasi korosivitas berdasarkan nilai resistivitas. Maka diperoleh nilai *chargeability* yang menunjukkan korosivitas tanah daerah penelitian.

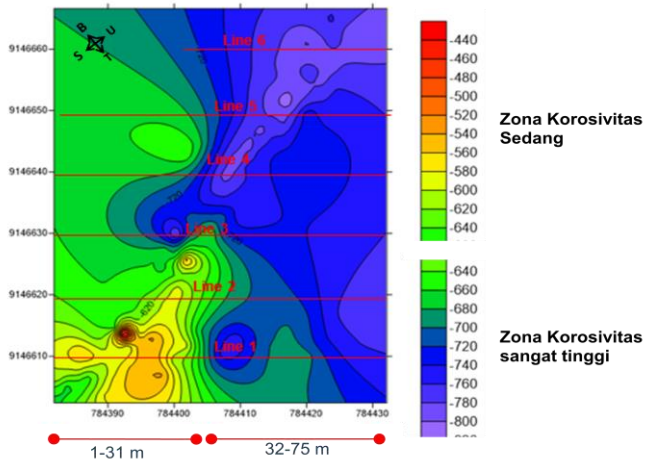
Rentang nilai *chargeability* daerah penelitian adalah 0.1-1.6. Rentang tersebut dapat dibilang cukup sempit daripada rentang nilai resistivitas. Maka hubungan *chargeability* dan korosivitas tanah yang dibahas terbatas hanya untuk daerah penelitian. Hubungan antara resistivitas dan korosivitas serta *chargeability* dan korosivitas menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Dimana semakin tinggi nilai resistivitas maka semakin rendah tingkat korosivitas tanahnya. Sedangkan semakin tinggi nilai *chargeability* maka semakin tinggi pula tingkat korosivitas tanahnya. Namun pada beberapa kondisi hal tersebut tidak berlaku. Untuk melihat hubungan atau korelasi antara resistivitas dan *chargeability* maka dilakukan analisa korelasi statistic pada kedua data tersebut. Hasil korelasi menunjukkan korelasi yang cukup baik antara resistivitas dan *chargeability*.

Tren nilai *chargeability* terhadap korosivitas adalah acak. Maka dari itu, untuk mengetahui tren keseluruhan dilakukan perata-rataan nilai *chargeability* terhadap korosivitas. Berikut ini adalah datanya.

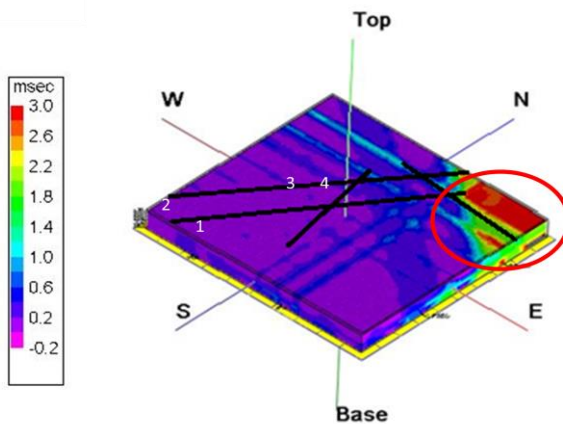
Tabel 4. 7 Hubungan tingkat korosivitas, resistivitas, dan rata-rata *chargeability* pada lokasi penelitian

Tingkat korosivitas	Resistivitas	<i>Chargeability</i>
Sangat Tinggi	0.98-6.33	0.7979
Tinggi	7.33-19.81	0.5080
Sedang	20.25-49.81	0.2513
Ringan	50.03-99.68	0.1709
Sangat Ringan	100.01-1882.4	0.1474

Hasil inversi resistivitas dan *chargeability* menunjukkan bahwa litologi daerah penelitian merupakan alluvium dengan resistivitas sebesar 3-333 ohm.m dan *chargeability* sebesar 0.1-1.8 msec. Hasil inversi menunjukkan bahwa mayoritas tingkat korosivitas tanah daerah penelitian pada kedalaman 0-2 meter berada pada tingkat yang sangat ringan. Pada kedalaman 2-3 meter dari permukaan mulai menunjukkan tingkat korosivitas yang lebih bervariasi mulai dari sedang hingga sangat tinggi. Zona korosivitas tanah secara lateral seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6 dan 4.7 menunjukkan bahwa pada sisi timur laut daerah penelitian menunjukkan tingkat korosivitas yang sangat tinggi hal tersebut ditunjukkan pula pada penampang 2D *native potensial* bahwa pada sisi timur laut daerah penelitian memiliki range *native potensial* -640 hingga -820 mV yang mengindikasikan tingkat korosivitas yang sangat tinggi (severe) yaitu <-600 mV. Hal tersebut sejalan dengan penampang *chargeability* pada lintasan 1 pada Gambar 4.4 bahwa tingkat korosivitas tanah sangat tinggi tersindikasikan pada jarak 30-46. Sedangkan pada sisi barat daya daerah penelitian menunjukkan nilai -620 hingga -480 mV yang menunjukkan tanah tersebut memiliki tingkat korosivitas sedang sama halnya dengan yang ditunjukkan penampang lintasan 3 dan 4 pada Gambar 4.6 dan 4.7 yang menunjukkan lintasan tanah yang sedang hingga sangat ringan. Berikut ini adalah gambar penampang *native potensial* dan penampang 3D *chargeability* pada daerah penelitian.

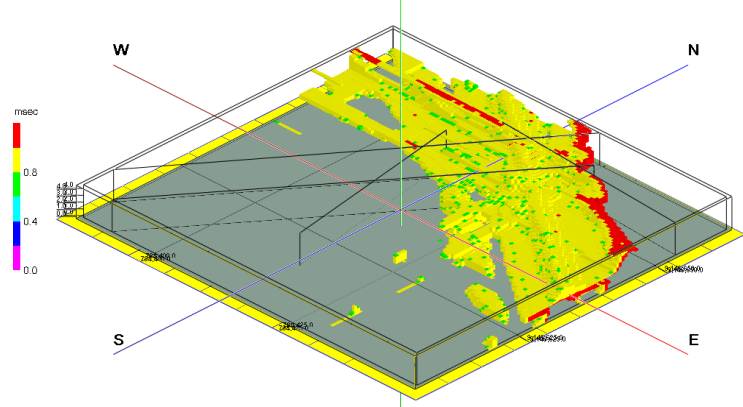


Gambar 4. 6 Penampang 2D *Native Potential* daerah penelitian (Amalia, 2017)

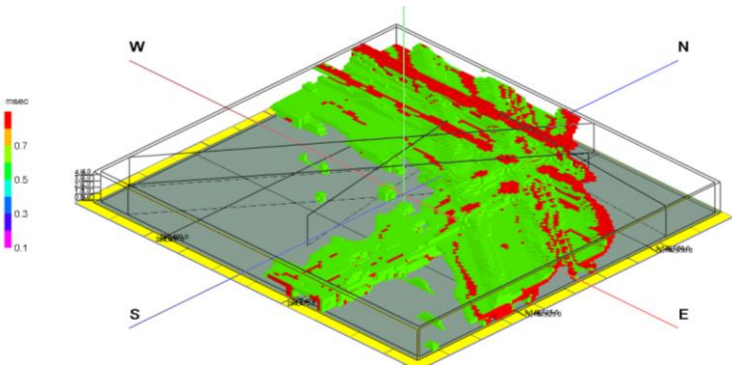


Gambar 4. 7. Penampang 3D Chargeability

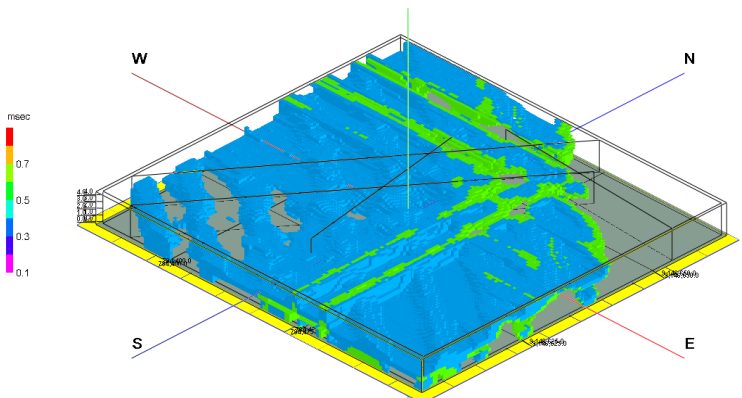
Berikut ini adalah penampang 3D dari zona korosivitas tanah berdasarkan nilai *chargeability*.



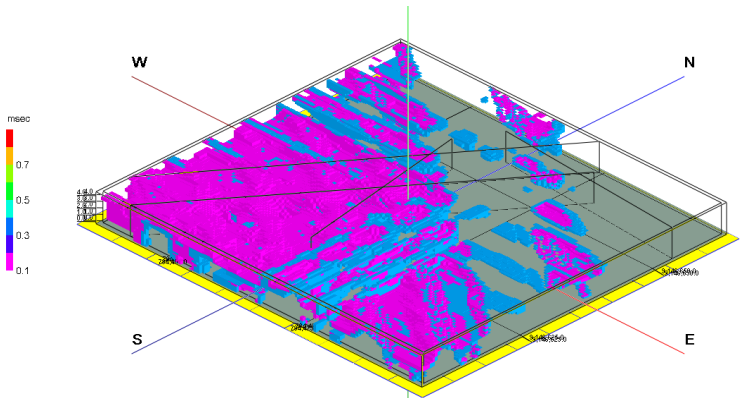
Gambar 4. 7 Zona korosivitas tanah sangat tinggi (kedalaman2.72-4.72 meter)



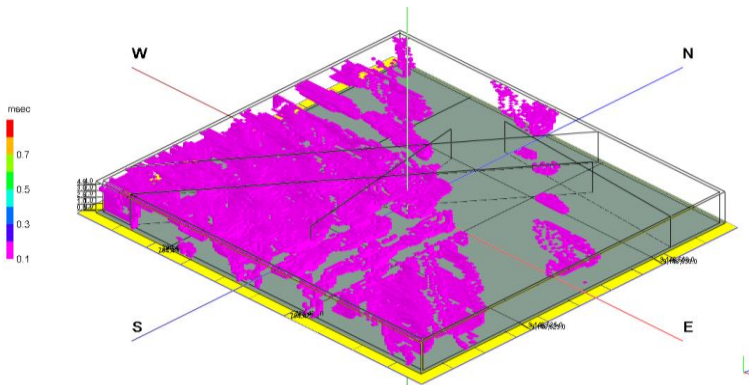
Gambar 4. 8 Zona korosivitas tanah tinggi (kedalaman 2.36-4.72 meter)



Gambar 4. 9 Zona korosivitas tanah sedang (kedalaman 2.04-3.57 meter)



Gambar 4. 10 Zona korosivitas tanah ringan (kedalaman 0.53-2.04)



Gambar 4. 11 Zona korosivitas tanah sangat ringan
(kedalaman 0.26-1.85)

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa seiring meningkatnya tingkat korosivitas tanah maka nilai *chargeability*-nya pun ikut meningkat. Namun sebaran nilainya tidak selebar resistivitas. Sehingga pada pengaplikasiannya nilai *chargeability* memberikan hasil zonasi yang lebih teliti dikarenakan range yang lebih kecil. Namun pada beberapa data masih dapat ditemukan tingkat korosivitas yang sama namun pada lintasan yang berbeda memiliki nilai yang berbeda. Sehingga nilai yang sama dapat ditemukan pada tingkat korosivitas yang berbeda. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena nilai *chargeability* sensitif terhadap kandungan mineral dari tanah atau batuan. Sehingga belum tentu pada nilai *chargeability* yang sama memiliki tingkat korosivitas yang sama. Atau pada batuan dengan kandungan mineral yang sama bisa saja memiliki tingkat korosivitas yang berbeda. Namun dari hasil rata-rata nilai *chargeability* terhadap tingkat korosivitas tanah pada daerah penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai *chargeability* maka semakin tinggi tingkat korosivitas tanahnya. (Alaminiokuma, 2010) mengatakan bahwa tanah yang konduktif menyebabkan adanya jalur yang menghubungkan antara anoda dan katoda pada proses terjadinya korosi. Hal tersebut berarti semakin konduktif suatu media maka semakin membuka jalan untuk terjadinya korosi. Semakin konduktif maka nilai *chargeability* semakin tinggi dan tingkat korosivitasnya pun juga semakin tinggi.

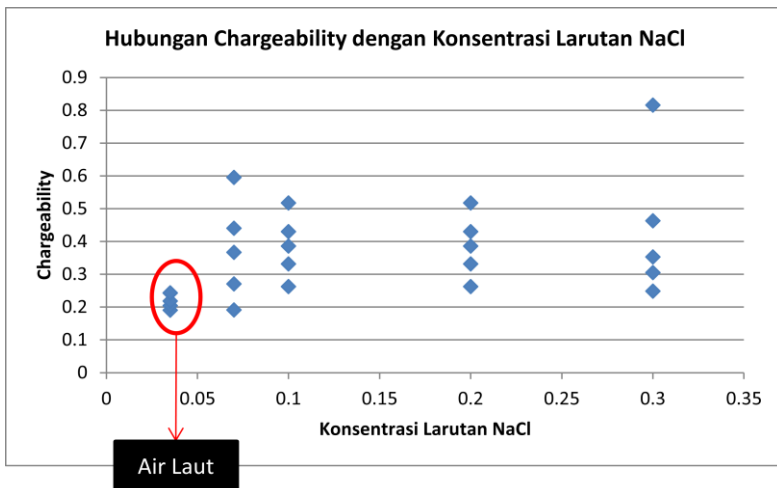
4.4. Skala Laboratorium

Daerah penelitian merupakan daerah pesisir dengan elevasi tanah 4.5 meter. Rentang nilai *chargeability* hasil pengukuran adalah 0-1 msec, dan rentang tersebut tidak merepresentasikan daerah penelitian yang merupakan tanah urukan yang berasal dari batuan vulkanik pegunungan ringgit. Adanya pengaruh dari air laut mungkin saja dapat mempengaruhi kecilnya nilai *chargeability*. Untuk mengetahui respon *chargeability* terhadap tanah atau batuan dengan intrusi air laut maka dilakukan pengukuran skala laboratorium dengan variasi konsentrasi NaCl, yaitu 0.035, 0.07, 0.1, 0.2, 0.3 M. Nilai konsentrasi itu dipilih sebagai asumsi mendekati konsentrasi NaCl pada air laut. Pemilihan medium pasir karena mudah diperoleh namun tetap dengan rentang nilai *chargeability* yang sama dengan litologi sekitar yaitu vulkanik. Desain dan peralatan percobaan dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Tabel 3.1 pada bab 3. Berikut ini adalah hasil dari percobaan.

Tabel 4. 8 Data percobaan *chargeability* skala laboratorium

Konsentrasi	M (milisekon)
0.035 M	3.1930
	2.2840
	2.5119
	2.4685
	2.7034
0.07 M	2.1376
	2.4337
	2.1765
	1.9221
	1.6611
0.1 M	2.1322
	2.8961
	3.3279
	3.0112

	2.7180
0.2 M	2.4061
	2.3881
	3.4566
	2.3602
	3.8173
0.3 M	2.4316
	2.5143
	1.7538
	3.0400
	2.8538



Gambar 4. 12 Grafik nilai *chargeability* terhadap kandungan larutan garam

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada konsentrasi NaCl sebesar 0.035 yang mana merupakan representasi kandungan garam

dalam air laut, nilai *chargeability* berkisar pada 0.2-0.3 msec. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai *chargeability* pasir yang harusnya berkisar antara 100-500 msec dapat turun menjadi 0.2-0.9 akibat adanya kandungan garam. Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Aryaseta, 2016) bahwa nilai intrusi air laut bernilai 0.2 msec. Semakin banyak kandungan larutan garam pada pasir maka nilai *chargeability*-nya cenderung semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi kandungan garam pada suatu medium maka semakin tinggi pula tingkat konduktivitasnya. Semakin tinggi konduktivitas nilai *chargeability*-nya pun akan semakin tinggi.

Prinsip metode IP adalah mengalirkan arus listrik kedalam bumi dan mengamati beda potensial yang terjadi setelah arus listrik dihentikan. Pada saat arus diinjeksikan, ion-ion dalam pori-pori batuan akan teridistribusi dari posisi stabil menjadi tidak stabil. Ketika arus diputus, seharusnya beda potensial langsung menjadi nol, akan tetapi pada medium-medium tertentu beda potensial tidak langsung menjadi nol dikarenakan medium bersifat seperti kapasitor (menyimpan senengi listrik). Energi listrik masih tersimpan dalam bentuk energi elektrokimia pada fluida elektrolit maupun mineral konduktif pada pori-pori batuan. Jadi setelah arus diputus, ion-ion yang sebelumnya mengalami pengkutuban berangsur-angsur kembali ke keadaan seimbangnya dengan kata lain masih terdapat beda tegangan yang akan meluruh terhadap waktu sampai nilainya menjadi nol (Telford, 1990). Maka dari itu pada batuan dengan kandungan mineral tinggi waktu peluruhannya semakin lama sehingga nilai *chargeability*-nya semakin besar.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Respon *chargeability* terhadap korosivitas tanah pada lokasi penelitian secara rata-rata menunjukkan hubungan yang berbanding lurus, semakin tinggi nilai *chargeability* maka semakin tinggi tingkat korosivitas tanah.
2. Zona korosivitas tanah sangat ringan hingga sedang menyebar pada kedalaman 0-4.72 meter sedangkan zona korosivitas tanah tinggi hingga sangat tinggi berada pada kedalaman 2.72-4.72 meter

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Evaluasi proteksi katodik yang telah digunakan pada PT.IPMOMI berdasarkan zona korosivitas tanah.
2. Pengembangan range hubungan antara *chargeability* dengan korosivitas pada beragam lingkungan.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

Daftar Pustaka

- Alaminiokuma, G. I.*, Osokpor, J.*, Emudianughe, J. E.* and Warmate, T. 2010. Delineation of Soil Corrosivity Regimes Along Petroleum Pipeline Routes in the Geomorphic Zones of the Niger Delta using 2D Resistivity Tomography
- A.Luthan Putri Lynna & Syafriandi. 2006. Aplikasi Microsoft Project Untuk Penjadwalan Teknik Sipil. Andi. Yogyakarta.
- Aryaseta, 2016. Identifikasi Intrusi Air Laut Pada Air Tanah Menggunakan Metode *Induced Polarization*: Studi Kasus Daerah Surabaya Timur.
- Beavers, J.A., Thompson, N.G. 2006. External Corrosion of Oil and Natural Gas Pipeline. ASM Handbook Volume 13C, Corrosion: Environments and Industries. ASM International.
- Cramer S.D. and Jr. Covino B.S. 2003. ASM Handbook Volume 13A Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection, ASM International.
- Fontana, Mars.G 1986, "Corrosion Engineering", 3rd Edition, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore.
- Jonathan, Sarwono. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Yogyakarta :Graha Ilmu.
- Keller, G. V. dan Frischknecht, F. C. 1966. Electrical Methods in Geophysical Prospecting. In international series of monographs in Electromagnetic Waves, 10, eds. A.L. Cullen, V. A. Fock, and J. R. Wait. Oxford: Pergamon Press.
- Koch, G., Brongers, M.P.H., Thompson, N.G., Virmani, Y.P., Payer, J.H. 2002. Corrosion Costs and Preventative Strategies in the United States. Publication No. FHWA-RD-01-156. U.S. Federal Highway Administration Washington, U.S.A.
- Loke, M.H. 1999. Electrical Imaging Surveys For Environmental And Engineering Studies. Malaysia. Penang.
- Norin, M. 1998. Groundwater and Soil Properties in an urban Environment and their effects on the Corrosion of Soil Buried Constructions of Carbon, Steel, and Zinc. Department of Geology, Chalmers University of Technology. Goteborg.
- Pendowo., H. Samodera., 1997, Peta Geologi Lembar Besuki Jawa Timur, Skala 1 : 100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Puslitbang Metalurgi-LIPI, 1987. Korosi dan Penanggulangannya.

- Reynolds, J.M., 1997. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. New York: John Wiley and Sons.
- Saputro Bayu, dkk. (2010). Panduan Praktikum Geolistrik. Yogyakarta: Prodi Teknik Geofisika. Fakultas Teknologi Mineral. UPN Yogyakarta.
- Sosrodarsono Suyono, Kensaku Takeda, 1978. Hidrologi Untuk Pengairan, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Telford, W.M., L.P. Geldart, , R.E. Sheriff, dan D.A. Keys. 1982. Applied Geophysic. London : Cambridge University Press
- Usman, H. dan R. Purnomo Setiady Akbar. 2000. Pengantar Statistika. Jakarta : Bumi Aksara.

LAMPIRAN

Tabel 6. 1 Tabel Rencana Kerja (Input Kurva S)

Kegiatan	Hasil			Bulan																							
	BA B	Bahasan	Bo bot	Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli			
			(%)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur	BA B I: 10 %	Sub bab 1: Latar Belakang	1	1	1																						
		Sub bab 2: Rumusan Masalah	1	1	1																						
		Sub bab 3: Tujuan	1	1	1																						
		Sub bab 4: Batasan Masalah	1	1	1																						
		Sub bab 5: Manfaat	1	1	1																						
	BA B II: 10 %	Sub bab 1: Metode Geolistrik	1.25		1	1																					
		Sub bab 2: Teori Korosi	1.25		1	1																					

[illegible]



Gambar 6. 1 Akuisisi data IP pada PT.IPMOMI unit 7&8



Gambar 6. 2 Pengukuran metode IP skala laboratorium

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BIOGRAFI PENULIS

Kiki Kartika Dewi lahir di Pamekasan pada tanggal 29 Juli 1995. pada tahun 2015. Pendidikan yang ditempuh penulis yaitu SD *plus* Nurul Hikmah, SMPN 1 Pamekasan dan SMAN 1 Pamekasan. Setelah lulus dari pendidikan menengah atas, penulis melanjutkan pendidikan di Teknik Geofisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2013. Selama perkuliahan, penulis mengikuti kegiatan kemahasiswaan antara lain sebagai Sekertaris Departemen Sumber Daya Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika ITS pada 2015. Kemudian, pada tahun 2015 penulis menjadi Sekertaris 1 Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika ITS pada tahun 2015. Beberapa kegiatan kepanitiaan juga pernah diikuti oleh penulis yaitu sebagai Panitia acara Community Outreach Mangrove Planting pada 2015 yang diadakan oleh Student Chapter SPE ITS. Adapun prestasi yang pernah diraih oleh penulis adalah sebagai finalis Trashion ITS EXPO.

